LU分解法（2）

東京大学情報基盤センター　准教授　塙　敏博

2020年6月30日（火）2限　10:25 – 12:10

レポートおよびコンテスト課題
（締切：
2020年8月3日（月）24時　厳守

講義日程（工学部共通科目）

1. ~~4月14日　ガイダンス~~
2. ~~4月21日~~
   - ~~並列数値処理の基本演算（座学）~~
3. ~~4月28日：スパコン利用開始~~
   - ~~ログイン作業、テストプログラム実行~~
4. ~~5月12日~~
   - ~~高性能プログラミング技法の基礎1（階層メモリ、ループアンローリング）~~
5. ~~5月19日~~
   - ~~高性能プログラミング技法の基礎2（キャッシュブロック化）~~
6. ~~5月26日~~
   - ~~行列-ベクトル積の並列化~~
7. ~~6月2日~~
   - ~~べき乗法の並列化~~
8. ~~6月9日~~
   - ~~行列-行列積の並列化（1）~~
9. ~~6月16日~~
   - ~~行列ー行列積の並列化（2）~~
10. ~~6月23日~~
    - ~~LU分解法（1）~~
    - ~~コンテスト課題発表~~
11. 6月30日
    - LU分解法（2）
12. 7月7日
    - LU分解法（3）、非同期通信
13. 7月14日
    - RB-Hお試し、研究紹介他

LU分解法（中級レベル以上）の演習日程

並列化が難しいので、３週間確保してあります。

1. 今週
   - 講義（知識、アルゴリズムの理解）
   - 並列化の検討
2. 来週
   - LU分解法の逐次アルゴリズムの説明
   - LU分解法の並列化実習（1）
3. 再来週
   - LU分解法の並列化実習（2）

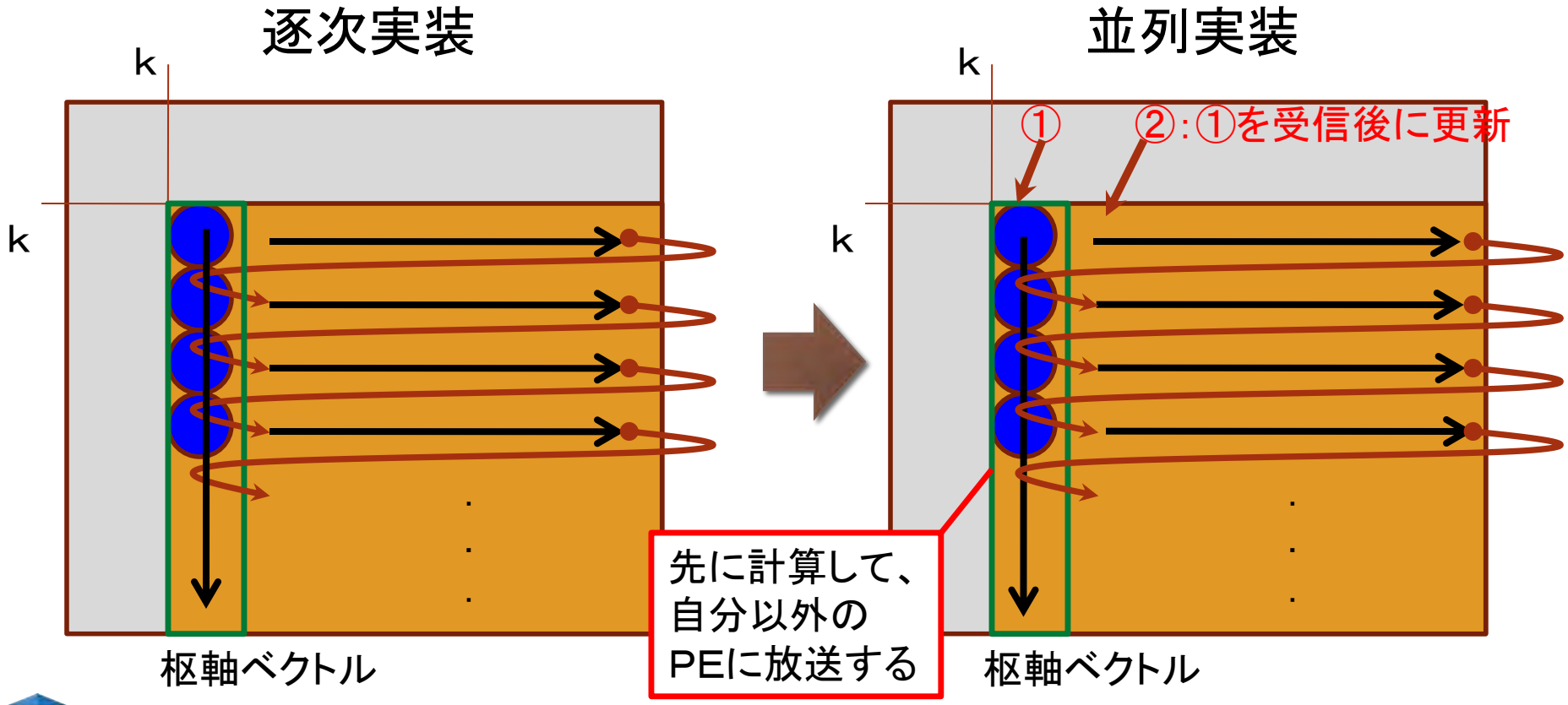
講義の流れ

1. LU分解法の
   逐次アルゴリズム解説
2. 並列化実習のつづき

LU分解並列化のヒント（2）

LU分解部分並列化の方針（C言語）

- LU分解部分では、枢軸ベクトルをもつPEが先に計算し（図の①）、それをその他のPEに放送する必要があります。



LU分解部分のプログラム解説（C言語）

```
for (k=0; k<n; k++) {

  dtemp = 1.0 / A[k][k];
  for (i=k+1; i<n; i++) {
    A[i][k] = A[i][k]*dtemp;
  }

  for (j=k+1; j<n; j++) {
    dtemp = A[j][k];
    for (i=k+1; i<n; i++) {
      A[j][i] = A[j][i] - A[k][i]*dtemp;
    }
  }
}
```

基本行（k行）の移動ループ

基本行からの係数を計算し、枢軸ベクトルを求めている部分（①）

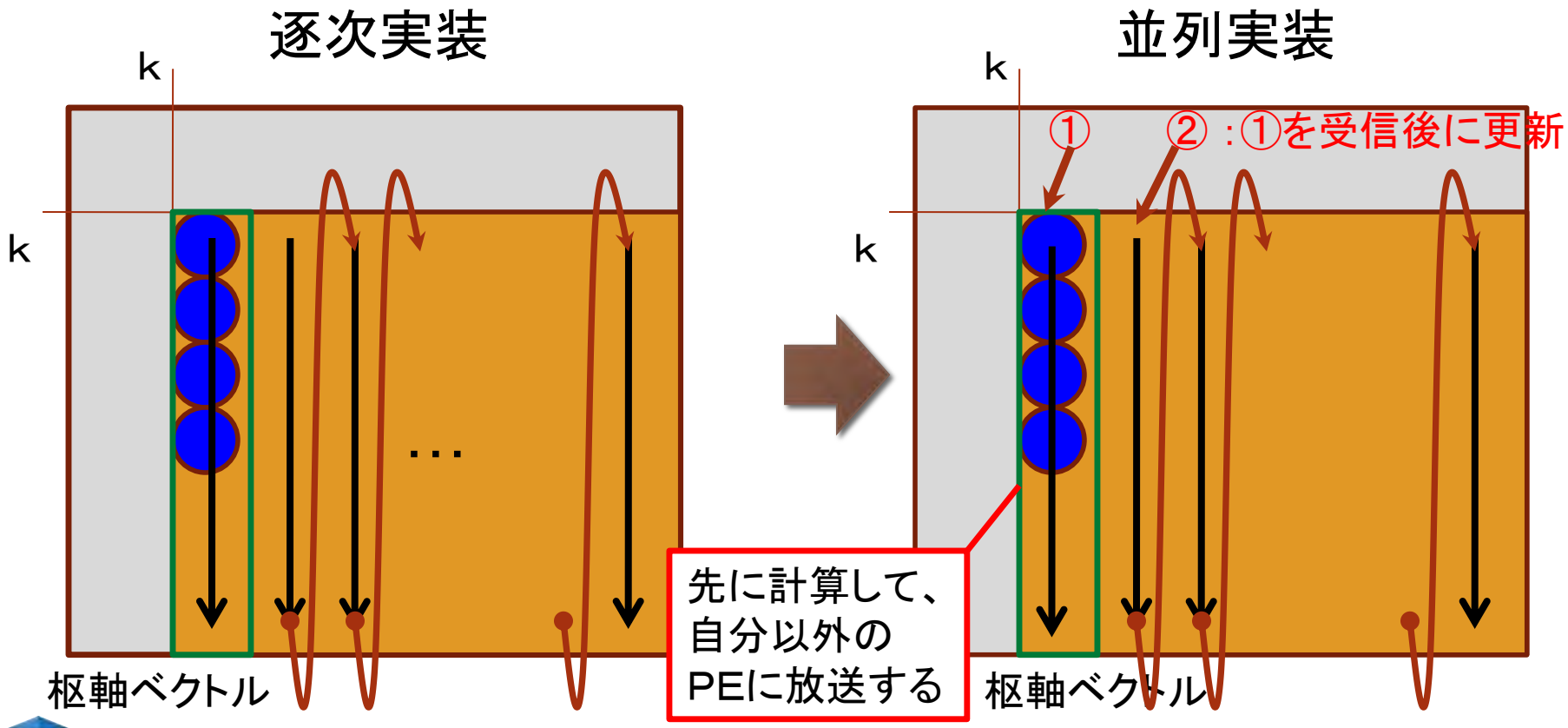
枢軸ベクトルを参照

枢軸ベクトルを参照しつつ、消去を行っている部分（②）

基本行を参照

LU分解部分並列化の方針（Fortran言語）

- LU分解部分では、枢軸ベクトルをもつPEが先に計算し（図の①）、それをその他のPEに放送する必要があります。



LU分解部分のプログラム解説（Fortran言語）

```
do k=1, n

  dtemp = 1.0d0 / A(k, k)
  do i=k+1, n
    A(i, k) = A(i, k)*dtemp
  enddo

  do j=k+1, n
    dtemp = A(k, j)
    do i=k+1, n
      A(i, j) = A(i, j) - dtemp * A(i, k)
    enddo
  enddo

enddo
```

基本行（k行）の移動ループ

基本行からの係数を計算し、枢軸ベクトルを求めている部分（①）

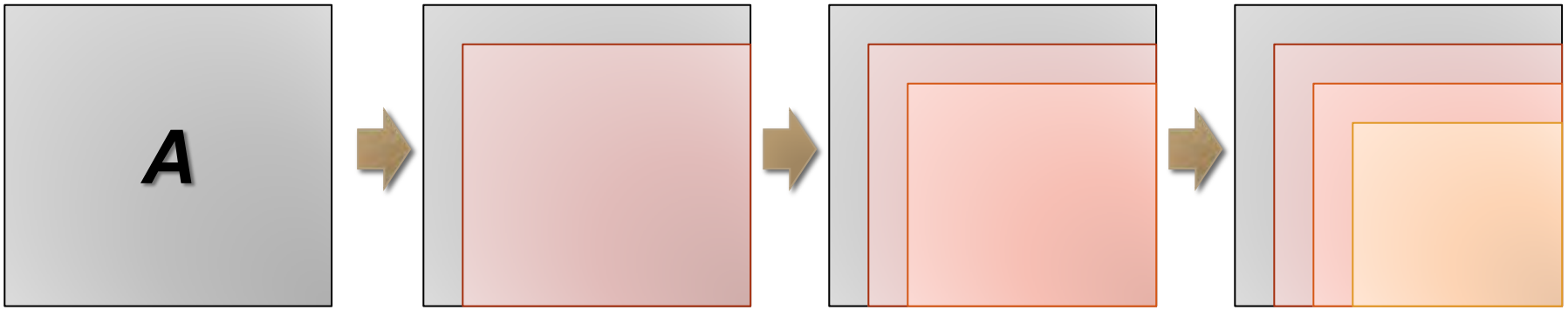
基本行を参照

枢軸ベクトルを参照しつつ、消去を行っている部分（②）

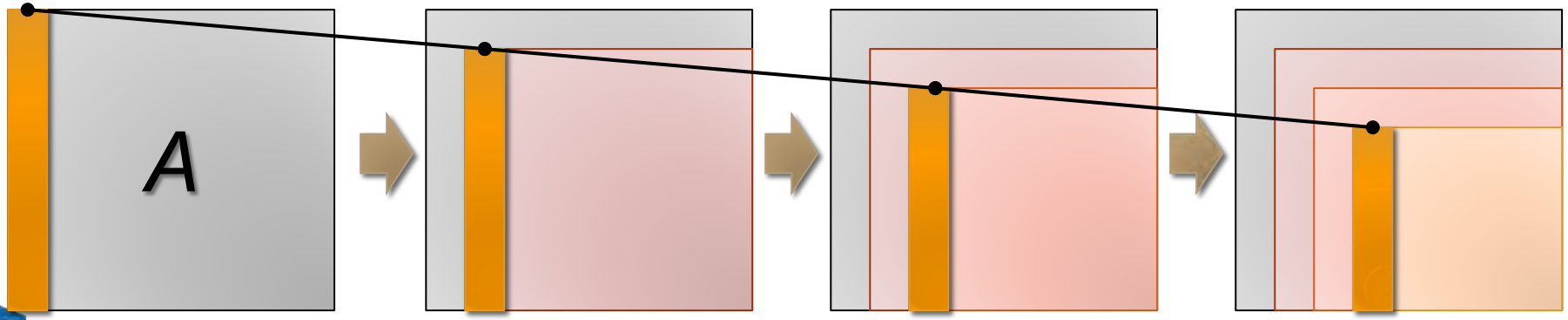
枢軸ベクトルを参照

LU分解のアルゴリズムの特徴

- LU分解は、更新範囲が1つずつ小さくなっていく



- 枢軸ベクトルも、1つずつ小さくなっていく
  - 送信するメッセージサイズも、1つずつ小さくなっていく

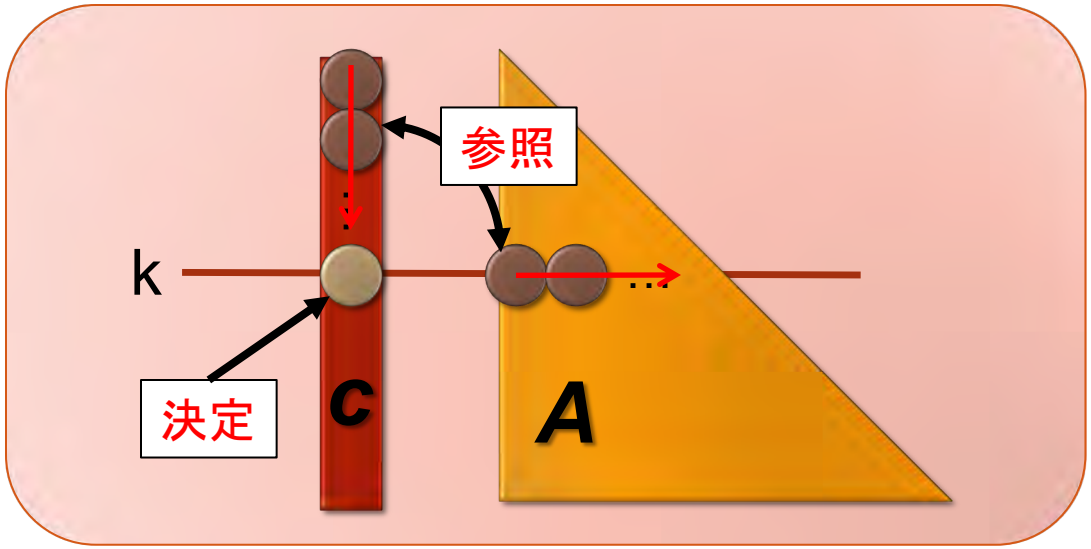


前進代入部分のプログラム解説（C言語）

```
for (k=0; k<n; k++) {
      c[k] = b[k];
      for (j=0; j<k; j++) {
        c[k]  -=  A[k][j]*c[j];
      }
 }
```

ベクトルcの値を決定する要素（k要素）の移動ループ

k要素より前のベクトルcの要素を参照して、k要素の値を決定

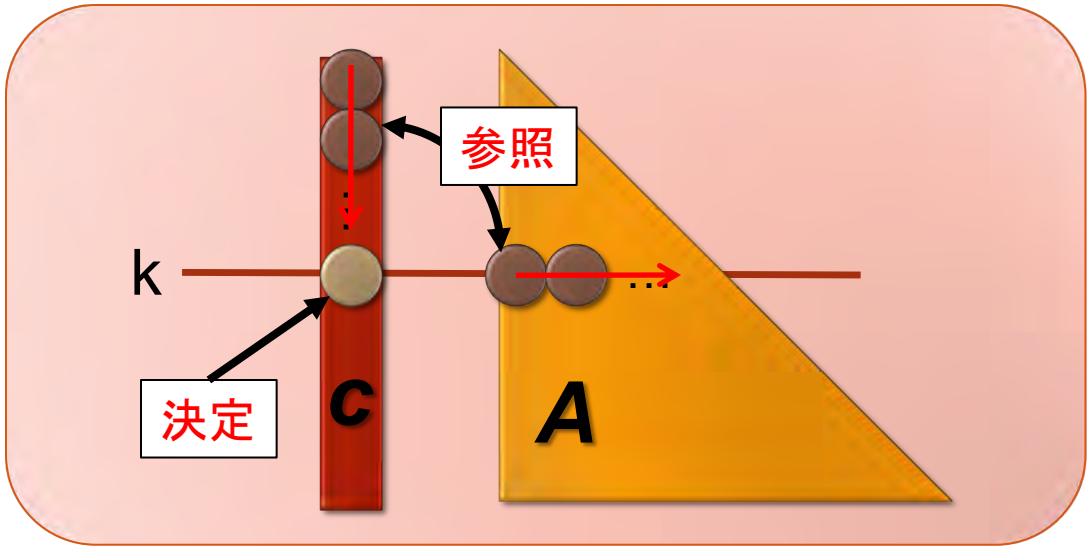


前進代入部分のプログラム解説（Fortran言語）

```
do k=1, n
    c(k) = b(k)
    do j=1, k-1
       c(k) = c(k) - A(k, j)*c(j)
    enddo
enddo
```

ベクトルcの値を決定する要素（k要素）の移動ループ

k要素より前のベクトルcの要素を参照して、k要素の値を決定



LU分解の並列化方法の確認(再掲)

1. LU分解部分のみ並列化する
2. 行列Aを表示し、逐次の答え(LuAc.dat)と一致しているか確認する
3. 前進代入部分を並列化する
4. ベクトルcを表示し、逐次の答え(LuAc.dat)と一致しているか確認する
5. 後退代入部分を並列化する
6. ベクトルxを表示し、逐次の答え(すべて1)と一致しているか確認する

鉄則:一度にすべて並列化しても、まず動かない。
地道に並列化していくのが完成への早道。

来週へつづく

LU分解（3）